

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6762829号
(P6762829)

(45) 発行日 令和2年9月30日 (2020.9.30)

(24) 登録日 令和2年9月11日 (2020.9.11)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 9 C 45/03 (2006.01)	B 2 9 C 45/03
B 2 9 C 45/76 (2006.01)	B 2 9 C 45/76
B 2 9 C 45/54 (2006.01)	B 2 9 C 45/54

請求項の数 10 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2016-195067 (P2016-195067)	(73) 特許権者	000002107
(22) 出願日	平成28年9月30日 (2016.9.30)		住友重機械工業株式会社
(65) 公開番号	特開2018-58214 (P2018-58214A)		東京都品川区大崎二丁目1番1号
(43) 公開日	平成30年4月12日 (2018.4.12)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	令和1年7月19日 (2019.7.19)		弁理士 伊東 忠重
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(72) 発明者	堀田 大吾
			千葉県千葉市稲毛区長沼原町731番地1
			住友重機械工業株式会社 千葉製造所内
		(72) 発明者	水野 博之
			神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重
			機械工業株式会社 横須賀製造所内
		審査官	関口 貴夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 射出成形機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

可動部を駆動する三相交流モータと、
制御する物理量の実績値と設定値との差に基づいて、前記三相交流モータに電流を供給する制御装置とを有し、

前記物理量は、成形材料の圧力、型締力、前記可動部の位置、前記可動部の速度、ノズルタッチ力、前記三相交流モータの電気角、及び前記三相交流モータの機械角のうちの少なくとも1つであり、

前記制御装置は、前記物理量の実績値と設定値との差、および前記三相交流モータの各相における電流瞬時値の大きさに基づいて、前記三相交流モータに電流を供給し、また、前記三相交流モータのいずれか一相の電流瞬時値の大きさが閾値以下となるように、前記三相交流モータに電流を供給する、射出成形機。

【請求項2】

前記制御装置は、前記物理量の実績値と設定値との差が許容範囲内であって、且つ、前記三相交流モータのいずれか一相の電流瞬時値の大きさが閾値以下となるように、前記三相交流モータに電流を供給する、請求項1に記載の射出成形機。

【請求項3】

前記制御装置は、前記物理量の実績値と設定値との差が許容範囲内である場合に、前記三相交流モータのいずれか一相の電流瞬時値の大きさが閾値以下であるか否かの判断を行う、請求項1または2に記載の射出成形機。

10

20

【請求項 4】

前記制御装置は、前記物理量の実績値と設定値との差が許容範囲内である場合に、前記三相交流モータの各相の電流瞬時値の大きさがいずれも閾値を超えると判断すると、前記三相交流モータの各相の電角を回転させるか、又は前記物理量の実績値と設定値との差が許容範囲内である場合に、前記三相交流モータのいずれか一相の電流瞬時値の大きさが閾値以下であると判断すると、前記三相交流モータの各相の電角を固定させる、請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の射出成形機。

【請求項 5】

前記制御装置は、前記三相交流モータの各相の電角を固定させている場合に、前記物理量の実績値と設定値との差が許容範囲内であるか否かを判断する、請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の射出成形機。

10

【請求項 6】

前記制御装置は、前記物理量の実績値と設定値との差が許容範囲内であって且つ前記三相交流モータのいずれか一相の電流瞬時値の大きさが閾値以下となる、前記可動部の位置を求める、請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の射出成形機。

【請求項 7】

前記制御装置は、前記物理量の実績値と設定値との差を許容範囲内に維持すると共に、前記三相交流モータの各相の電流瞬時値の大きさの最大値を小さくするように、前記三相交流モータの各相の電角を回転させることが可能か否かを判断する、請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の射出成形機。

20

【請求項 8】

前記制御装置は、過去のショットの前記三相交流モータの各相における電流瞬時値の大きさに基づいて、今回のショットの前記三相交流モータの各相における電流瞬時値の大きさを決める、請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の射出成形機。

【請求項 9】

前記制御装置は、前記物理量の実績値と設定値との差が許容範囲内であって、且つ、前記三相交流モータのいずれか一相の電流瞬時値の大きさと、前記三相交流モータの残りのいずれか一相の電流瞬時値の大きさととの差が閾値以下となるように、前記三相交流モータに電流を供給する、請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の射出成形機。

【請求項 10】

30

前記制御装置は、前記三相交流モータの各相における電流瞬時値のうち最大値を I_{max} 、中間値を I_{mid} 、最小値を I_{min} とすると、 $|I_{mid}|$ が閾値以下であって $|I_{max}|$ と $|I_{min}|$ との差の大きさが閾値以下となるように、前記三相交流モータに電流を供給する、請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の射出成形機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、射出成形機に関する。

【背景技術】

【0002】

40

特許文献 1 に記載の電動式射出装置は、射出スクリュと、射出スクリュを前後進駆動する電動サーボモータとを有する。この電動式射出装置は、射出スクリュの前方に貯留された樹脂に射出圧を付与する射出充填工程、該射出充填工程に引続いて上記貯留された樹脂に所定の保持圧力を付与する保圧工程、および樹脂の可塑化条件に応じた背圧を上記射出スクリュに付与する背圧工程の各工程を順次行なわしめる制御装置を有する。この制御装置は、上記保圧工程終了時から上記背圧工程開始時まで連続して上記電動サーボモータのトルク制限値を上記背圧工程開始時点のトルク制限値以上とし、上記保圧工程終了時から上記背圧工程終了時まで上記電動サーボモータを零速状態とする。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【0003】

【特許文献1】特開平6-285926号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

射出成形機は、可動部を駆動する三相交流モータと、制御する物理量の実績値と設定値との差に基づいて三相交流モータに電流を供給する制御装置とを有する。三相交流モータとしては、例えば三相同期モータが用いられる。

【0005】

制御装置は、保圧工程などにおいて、三相交流モータの状態を低速・高出力の状態に保持する。この場合、三相のうちの特定の一相に電流が集中し続けることがある。

10

【0006】

特に、射出成形機は同じ成形品を繰り返し製造すべく同じ動作を繰り返し行うので、可動部が毎回同じ位置で停止し、特定の一相に電流が集中しやすい。

【0007】

従来、特定の一相の電流回路に過負荷がかかり、熱疲労破壊が生じることがあった。

【0008】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、電流回路の熱疲労破壊を抑制した、射出成形機の提供を主な目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0009】

上記課題を解決するため、本発明の一態様によれば、

可動部を駆動する三相交流モータと、

制御する物理量の実績値と設定値との差に基づいて、前記三相交流モータに電流を供給する制御装置とを有し、

前記物理量は、成形材料の圧力、型締力、前記可動部の位置、前記可動部の速度、ノズルタッチ力、前記三相交流モータの電気角、及び前記三相交流モータの機械角のうちの少なくとも1つであり、

前記制御装置は、前記物理量の実績値と設定値との差、および前記三相交流モータの各相における電流瞬時値の大きさに基づいて、前記三相交流モータに電流を供給し、また、前記三相交流モータのいずれか一相の電流瞬時値の大きさが閾値以下となるように、前記三相交流モータに電流を供給する、射出成形機が提供される。

30

【発明の効果】

【0010】

本発明の一態様によれば、電流回路の熱疲労破壊を抑制した、射出成形機が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0011】

40

【図1】一実施形態による射出成形機の型開終了時の状態を示す図である。

【図2】一実施形態による射出成形機の型締時の状態を示す図である。

【図3】一実施形態による制御装置および制御装置によって制御される三相交流モータを示す図である。

【図4】制御装置による保圧工程における処理の一例を示すフローチャートである。

【図5】射出モータの速度および電流、ならびに成形材料の圧力の時間変化の一例を示す図である。

【図6】射出モータの速度および電流、ならびに成形材料の圧力の時間変化の別の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

50

【0012】

以下、本発明を実施するための形態について図面を参照して説明するが、各図面において、同一の又は対応する構成については同一の又は対応する符号を付して説明を省略する。

【0013】

図1は、一実施形態による射出成形機の型開終了時の状態を示す図である。図2は、一実施形態による射出成形機の型締時の状態を示す図である。図1および図2に示すように、射出成形機は、フレームFrと、型締装置10と、射出装置40と、エジェクタ装置50と、射出装置移動装置60と、制御装置90とを有する。

【0014】

10

まず、型締装置10およびエジェクタ装置50について説明する。型締装置10およびエジェクタ装置50の説明では、型閉時の可動プラテン13の移動方向（図1および図2中右方向）を前方とし、型開時の可動プラテン13の移動方向（図1および図2中左方向）を後方として説明する。

【0015】

型締装置10は、金型装置30の型閉、型締、型開を行う。型締装置10は例えば横型であって、型開閉方向が水平方向である。型締装置10は、固定プラテン12、可動プラテン13、トグルサポート15、タイバー16、トグル機構20、型締モータ25および運動変換機構26を有する。

【0016】

20

固定プラテン12は、フレームFrに対し固定される。固定プラテン12における可動プラテン13との対向面に固定金型32が取り付けられる。

【0017】

可動プラテン13は、フレームFr上に敷設されるガイド（例えばガイドレール）17に沿って移動自在とされ、固定プラテン12に対し進退自在とされる。可動プラテン13における固定プラテン12との対向面に可動金型33が取り付けられる。

【0018】

固定プラテン12に対し可動プラテン13を進退させることにより、型閉、型締、型開が行われる。固定金型32と可動金型33とで金型装置30が構成される。

【0019】

30

トグルサポート15は、固定プラテン12と間隔をおいて連結され、フレームFr上に型開閉方向に移動自在に載置される。尚、トグルサポート15は、フレームFr上に敷設されるガイドに沿って移動自在とされてもよい。トグルサポート15のガイドは、可動プラテン13のガイド17と共通のものでよい。

【0020】

尚、本実施形態では、固定プラテン12がフレームFrに対し固定され、トグルサポート15がフレームFrに対し型開閉方向に移動自在とされるが、トグルサポート15がフレームFrに対し固定され、固定プラテン12がフレームFrに対し型開閉方向に移動自在とされてもよい。

【0021】

40

タイバー16は、固定プラテン12とトグルサポート15とを間隔をおいて連結する。タイバー16は、複数本用いられてよい。各タイバー16は、型開閉方向に平行とされ、型締力に応じて伸びる。少なくとも1本のタイバー16には型締力検出器18が設けられる。型締力検出器18は、タイバー16の歪みを検出することによって型締力を検出し、検出結果を示す信号を制御装置90に送る。

【0022】

尚、型締力検出器18は、歪みゲージ式に限定されず、圧電式、容量式、油圧式、電磁式などでもよく、その取り付け位置もタイバー16に限定されない。

【0023】

トグル機構20は、可動プラテン13とトグルサポート15との間に配設される。トグ

50

ル機構 20 は、クロスヘッド 21、一对のリンク群などで構成される。各リンク群は、ピンなどで屈伸自在に連結される第 1 リンク 22 および第 2 リンク 23 を有する。第 1 リンク 22 は可動プラテン 13 に対しピンなどで揺動自在に取付けられ、第 2 リンク 23 はトグルサポート 15 に対しピンなどで揺動自在に取付けられる。第 2 リンク 23 は、第 3 リンク 24 を介してクロスヘッド 21 に取付けられる。クロスヘッド 21 を進退させると、第 1 リンク 22 および第 2 リンク 23 が屈伸し、トグルサポート 15 に対し可動プラテン 13 が進退する。

【0024】

尚、トグル機構 20 の構成は、図 1 および図 2 に示す構成に限定されない。例えば図 1 および図 2 では、各リンク群の節点の数が 5 つであるが、4 つでもよく、第 3 リンク 24 10
の一端部が、第 1 リンク 22 と第 2 リンク 23 との節点に結合されてもよい。

【0025】

型締モータ 25 は、トグルサポート 15 に取付けられており、トグル機構 20 を作動させる。型締モータ 25 は、クロスヘッド 21 を進退させることにより、第 1 リンク 22 および第 2 リンク 23 を屈伸させ、可動プラテン 13 を進退させる。型締モータ 25 は、運動変換機構 26 に直結されるが、ベルトやプーリなどを介して運動変換機構 26 に連結されてもよい。

【0026】

運動変換機構 26 は、型締モータ 25 の回転運動をクロスヘッド 21 の直線運動に変換する。運動変換機構 26 は、ねじ軸と、ねじ軸に螺合するねじナットとを含む。ねじ軸と 20
、ねじナットとの間には、ボールまたはローラが介在してよい。

【0027】

型締装置 10 は、制御装置 90 による制御下で、型閉工程、型締工程、型開工程などを行う。

【0028】

型閉工程では、型締モータ 25 を駆動してクロスヘッド 21 を設定速度で型閉完了位置まで前進させることにより、可動プラテン 13 を前進させ、可動金型 33 を固定金型 32 に接触させる。クロスヘッド 21 の位置や速度は、例えば型締モータ 25 のエンコーダ 25 a などを用いて検出する。エンコーダ 25 a は、型締モータ 25 の回転を検出し、その 30
検出結果を示す信号を制御装置 90 に送る。

【0029】

型締工程では、型締モータ 25 をさらに駆動してクロスヘッド 21 を型閉完了位置から型締位置までさらに前進させることで型締力を生じさせる。型締時に可動金型 33 と固定金型 32 との間にキャビティ空間 34 が形成され、射出装置 40 がキャビティ空間 34 に液状の成形材料を充填する。充填された成形材料が固化されることで、成形品が得られる。キャビティ空間 34 の数は複数でもよく、その場合、複数の成形品が同時に得られる。

【0030】

型開工程では、型締モータ 25 を駆動してクロスヘッド 21 を設定速度で型開完了位置まで後退させることにより、可動プラテン 13 を後退させ、可動金型 33 を固定金型 32 から離間させる。その後、エジェクタ装置 50 が可動金型 33 から成形品を突き出す。 40

【0031】

尚、本実施形態の型締装置 10 は、駆動源として、型締モータ 25 を有するが、型締モータ 25 の代わりに、油圧シリンダを有してもよい。また、型締装置 10 は、型開閉用にリニアモータを有し、型締用に電磁石を有してもよい。

【0032】

エジェクタ装置 50 は、金型装置 30 から成形品を突出す。エジェクタ装置 50 は、エジェクタモータ 51、運動変換機構 52、およびエジェクタロッド 53 を有する。

【0033】

エジェクタモータ 51 は、可動プラテン 13 に取り付けられる。エジェクタモータ 51 は、運動変換機構 52 に直結されるが、ベルトやプーリなどを介して運動変換機構 52 に 50

連結されてもよい。

【0034】

運動変換機構52は、エジェクタモータ51の回転運動をエジェクタロッド53の直線運動に変換する。運動変換機構52は、ねじ軸と、ねじ軸に螺合するねじナットとを含む。ねじ軸と、ねじナットとの間には、ボールまたはローラが介在してよい。

【0035】

エジェクタロッド53は、可動プラテン13の貫通穴において進退自在とされる。エジェクタロッド53の前端部は、可動金型33の内部に進退自在に配設される可動部材35と接触する。エジェクタロッド53の前端部は、可動部材35と連結されていても、連結されていなくてもよい。

10

【0036】

エジェクタ装置50は、制御装置90による制御下で、突き出し工程を行う。

【0037】

突き出し工程では、エジェクタモータ51を駆動してエジェクタロッド53を設定速度で前進させることにより、可動部材35を前進させ、成形品を突き出す。その後、エジェクタモータ51を駆動してエジェクタロッド53を設定速度で後退させ、可動部材35を元の位置まで後退させる。エジェクタロッド53の位置や速度は、例えばエジェクタモータ51のエンコーダ51aを用いて検出する。エンコーダ51aは、エジェクタモータ51の回転を検出し、その検出結果を示す信号を制御装置90に送る。

【0038】

20

次に、射出装置40および射出装置移動装置60について説明する。射出装置40および射出装置移動装置60の説明では、型締装置10などの説明と異なり、充填時のスクリュ43の移動方向（図1および図2中左方向）を前方とし、計量時のスクリュ43の移動方向（図1および図2中右方向）を後方として説明する。

【0039】

射出装置40は、フレームFrに対し進退自在なスライドベースSbに設置され、金型装置30に対し進退自在とされる。射出装置40は、金型装置30にタッチされ、金型装置30内のキャビティ空間34に成形材料を充填する。キャビティ空間34に充填された成形材料を冷却固化させることで、成形品が得られる。射出装置40は、例えば、シリンダ41、ノズル42、スクリュ43、冷却器44、計量モータ45、射出モータ46、圧力検出器47、加熱器48、および温度検出器49を有する。

30

【0040】

シリンダ41は、供給口41aから内部に供給された成形材料を加熱する。供給口41aはシリンダ41の後部に形成される。シリンダ41の後部の外周には、水冷シリンダなどの冷却器44が設けられる。冷却器44よりも前方において、シリンダ41の外周には、バンドヒータなどの加熱器48と温度検出器49とが設けられる。

【0041】

シリンダ41は、シリンダ41の軸方向（図1および図2中左右方向）に複数のゾーンに区分される。各ゾーンに加熱器48と温度検出器49とが設けられる。ゾーン毎に、温度検出器49の検出温度が設定温度になるように、制御装置90が加熱器48を制御する。

40

【0042】

ノズル42は、シリンダ41の前端部に設けられ、金型装置30に対し押し付けられる。ノズル42の外周には、加熱器48と温度検出器49とが設けられる。ノズル42の検出温度が設定温度になるように、制御装置90が加熱器48を制御する。

【0043】

スクリュ43は、シリンダ41内において回転自在に且つ進退自在に配設される。スクリュ43を回転させると、スクリュ43の螺旋状の溝に沿って成形材料が前方に送られる。成形材料は、前方に送られながら、シリンダ41からの熱によって徐々に溶融される。液状の成形材料がスクリュ43の前方に送られシリンダ41の前部に蓄積されるにつれ、

50

スクリュ４３が後退させられる。その後、スクリュ４３を前進させると、スクリュ４３前方の成形材料がノズル４２から射出され、金型装置３０内に充填される。

【００４４】

計量モータ４５は、スクリュ４３を回転させる。

【００４５】

射出モータ４６は、スクリュ４３を進退させる。射出モータ４６の回転運動は、ボールねじなどの運動変換機構によってスクリュ４３の直線運動に変換される。

【００４６】

圧力検出器４７は、射出モータ４６とスクリュ４３との間の力の伝達経路に設けられ、圧力検出器４７に作用する荷重を検出する。圧力検出器４７は、その検出結果を示す信号を制御装置９０に送る。圧力検出器４７の検出結果は、スクリュ４３が成形材料から受ける圧力、スクリュ４３に対する背圧、スクリュ４３から成形材料に作用する圧力などの制御や監視に用いられる。

10

【００４７】

射出装置４０は、制御装置９０による制御下で、充填工程、保圧工程、計量工程などを行う。

【００４８】

充填工程では、射出モータ４６を駆動してスクリュ４３を設定速度で前進させ、スクリュ４３の前方に蓄積された液状の成形材料を金型装置３０内のキャビティ空間３４に充填させる。スクリュ４３の位置や速度は、例えば射出モータ４６のエンコーダ４６ａを用いて検出する。エンコーダ４６ａは、射出モータ４６の回転を検出し、その検出結果を示す信号を制御装置９０に送る。スクリュ４３の位置が設定位置に達すると、充填工程から保圧工程への切替（所謂、Ｖ／Ｐ切替）が行われる。スクリュ４３の設定速度は、スクリュ４３の位置や時間などに応じて変更されてよい。

20

【００４９】

尚、充填工程においてスクリュ４３の位置が設定位置に達した後、その設定位置にスクリュ４３を一時停止させ、その後にＶ／Ｐ切替が行われてもよい。Ｖ／Ｐ切替の直前において、スクリュ４３の停止の代わりに、スクリュ４３の微速前進または微速後退が行われてもよい。

【００５０】

30

保圧工程では、射出モータ４６を駆動してスクリュ４３を設定圧力で前方に押し、金型装置３０内の成形材料に圧力をかける。冷却収縮による不足分の成形材料が補充できる。成形材料の圧力は、例えば圧力検出器４７を用いて検出する。圧力検出器４７は、その検出結果を示す信号を制御装置９０に送る。

【００５１】

保圧工程ではキャビティ空間３４の成形材料が徐々に冷却され、保圧工程終了時にはキャビティ空間３４の入口が固化した成形材料で塞がれる。この状態はゲートシールと呼ばれ、キャビティ空間３４からの成形材料の逆流が防止される。保圧工程後、冷却工程が開始される。冷却工程では、キャビティ空間３４内の成形材料の固化が行われる。成形サイクルの短縮のため、冷却工程中に計量工程が行われてよい。

40

【００５２】

計量工程では、計量モータ４５を駆動してスクリュ４３を設定回転数で回転させ、スクリュ４３の螺旋状の溝に沿って成形材料を前方に送る。これに伴い、成形材料が徐々に熔融される。液状の成形材料がスクリュ４３の前方に送られシリンダ４１の前部に蓄積されるにつれ、スクリュ４３が後退させられる。スクリュ４３の回転数は、例えば計量モータ４５のエンコーダ４５ａを用いて検出する。エンコーダ４５ａは、その検出結果を示す信号を制御装置９０に送る。

【００５３】

計量工程では、スクリュ４３の急激な後退を制限すべく、射出モータ４６を駆動してスクリュ４３に対して設定背圧を加えてよい。スクリュ４３に対する背圧は、例えば圧力検

50

出器４７を用いて検出する。圧力検出器４７は、その検出結果を示す信号を制御装置９０に送る。スクリュ４３が設定位置まで後退し、スクリュ４３の前方に所定量の成形材料が蓄積されると、計量工程が終了する。

【００５４】

尚、本実施形態の射出装置４０は、インライン・スクリュ方式であるが、プリプラ方式でもよい。プリプラ方式の射出装置は、可塑化シリンダ内で溶融された成形材料を射出シリンダに供給し、射出シリンダから金型装置内に成形材料を射出する。可塑化シリンダ内にはスクリュが回転自在にまたは回転自在に且つ進退自在に配設され、射出シリンダ内にはプランジャが進退自在に配設される。

【００５５】

射出装置移動装置６０は、制御装置９０による制御下で、金型装置３０に対し射出装置４０を移動させる射出装置移動モータ６１を有する。射出装置移動モータ６１の回転運動は、ボールねじなどの運動変換機構によって射出装置４０の直線運動に変換される。

【００５６】

尚、本実施形態の射出装置移動装置６０は、電動式であるが、油圧式でもよい。

【００５７】

射出装置移動装置６０は、充填工程や保圧工程において、金型装置３０に対しノズル４２を押し付けることで、金型装置３０とノズル４２との間からの成形材料の漏出を抑制する。金型装置３０に対しノズル４２を押し付ける工程をノズルタッチ工程と呼び、金型装置３０に対しノズル４２を押し付ける力をノズルタッチ力と呼ぶ。

【００５８】

射出装置移動装置６０は、金型装置３０や型締装置１０の保護のため、保圧工程の後、次の充填工程の前に、ノズルタッチ力を低下させたり、金型装置３０からノズル４２を離してもよい。

【００５９】

尚、射出装置移動装置６０は、同じ成形品を繰り返し製造するサイクル運転の開始前に金型装置３０に対しノズル４２を押し付け、サイクル運転の終了後にノズルタッチ力を低下させたり金型装置３０からノズル４２を離してもよい。

【００６０】

制御装置９０は、図１や図２に示すようにＣＰＵ（Central Processing Unit）９１と、メモリなどの記憶媒体９２と、入力インターフェイス９３と、出力インターフェイス９４とを有する。制御装置９０は、記憶媒体９２に記憶されたプログラムをＣＰＵ９１に実行させることにより、各種の制御を行う。また、制御装置９０は、入力インターフェイス９３で外部からの信号を受信し、出力インターフェイス９４で外部に信号を送信する。

【００６１】

図３は、一実施形態による制御装置および制御装置によって制御する三相交流モータを示す図である。三相交流モータ１１０としては、型締モータ２５や射出モータ４６、エジェクタモータ５１、射出装置移動モータ６１などが挙げられる。

【００６２】

制御装置９０は、例えば電源１００から三相交流モータ１１０に電力を供給する電力供給ユニット９５を有する。電力供給ユニット９５は、例えば、電源１００から供給される交流電力を直流電力に変換するコンバータ９６と、コンバータ９６から直流電力が供給されるＤＣリンク９７と、ＤＣリンク９７から供給される直流電力を電力変換して三相交流モータ１１０に供給するインバータ９８とを有する。

【００６３】

インバータ９８は、例えば２つのスイッチング素子で構成されるレグを３つ有する。尚、レグの数は特に限定されない。スイッチング素子の具体例としては、例えば、ＭＯＳＦＥＴ（Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor）、ＩＧＢＴ（Insulated Gate Bipolar Transistor）、バイポーラトランジスタなどが挙げられる。各スイッチング素子に対して逆並列にダイオードが接続される。ダイオードは、各スイッチング素子に内

10

20

30

40

50

蔵されてもよい。

【0064】

制御装置90は、例えば、インバータ98のスイッチング素子を制御する信号を生成する信号生成部99をさらに有する。信号生成部99は、例えば、制御する物理量（以下、「制御量」とも呼ぶ。）の実績値と設定値との差に基づいて例えばPID（Proportional, Integration and Differential）演算等の演算を行い、上記差がゼロとなるように電流指令を求め、電流指令と搬送波とを比較することによりPWM（Pulse Width Modulation）信号を生成する。インバータ98は、信号生成部99からのPWM信号に従ってスイッチングし、三相交流モータ110に交流電流を供給する。

【0065】

尚、図3では、三相交流モータ110の数が1つであるが、複数でもよい。複数の三相交流モータ110に対応して、複数のインバータ98が設けられる。複数のインバータ98は一のコンバータ96に対し並列に接続されてもよく、一のコンバータ96が複数のインバータ98に直流電力を供給してもよい。尚、複数のインバータ98に対応して、複数のコンバータ96が設けられてもよい。

【0066】

制御装置90は、例えば射出モータ46を制御して、保圧工程を制御する。保圧工程において、制御量は成形材料の圧力であり、その実績値Paは圧力検出器47によって検出され、その設定値Prefは予め記憶媒体92に記憶されている。実績値Paと設定値Prefとの差がゼロになるように、制御装置90が射出モータ46を制御する。

【0067】

制御装置90は、保圧工程において、射出モータ46の状態を低速・高出力の状態に保持する。この状態では、射出モータ46に供給される各相の電流瞬時値Iu、Iv、Iwが略一定になり、いずれか一相に大電流が集中し続ける恐れがある。ここで、IuはU相の電流瞬時値を、IvはV相の電流瞬時値を、IwはW相の電流瞬時値を表す。

【0068】

そこで、制御装置90は、保圧工程において、実績値Paと設定値Prefとの差、および各相の電流瞬時値の大きさ|Iu|、|Iv|、|Iw|のバランスに基づいて、射出モータ46に電流を供給する。これにより、大電流が三相のうちいずれか一相に集中し続けるのを回避できる。

【0069】

図4は、制御装置による保圧工程における処理の一例を示すフローチャートである。図4に示す処理は、V/P切替時に開始される。V/P切替の直後、制御装置90は、実績値Paと設定値Prefとの差がゼロになるように、射出モータ46に電流を供給する。

【0070】

図4に示すステップS11では、制御装置90は、実績値Paと設定値Prefとの差の大きさ|Pref-Pa|が閾値Pth以下であるか否かをチェックする。閾値Pthは、予め試験などにより求められ、記憶媒体92に記憶されている。閾値Pthは、例えば成形品の不良率などに基づいて設定される。

【0071】

|Pref-Pa|がPthを超える場合（ステップS11、No）、成形材料の圧力が許容範囲外であるので、制御装置90は、ステップS11に戻り、ステップS11以降の処理を続行する。

【0072】

一方、|Pref-Pa|がPth以下である場合（ステップS11、Yes）、成形材料の圧力が許容範囲内であり、また、射出モータ46の状態が低速・高出力の状態になっていると推測されるので、制御装置90はステップS12に進む。ステップS12以降の処理では、詳しくは後述するが、|Iu|、|Iv|、|Iw|のバランスをチェックする。

【0073】

尚、ステップS 1 1において、制御装置9 0は、射出モータ4 6の状態が低速・高出力の状態であるか否かを実際に確認してもよい。射出モータ4 6の速さは、エンコーダ4 6 aなどによって検出できる。また、射出モータ4 6の出力は、トルク検出値、トルク指令、電流検出値、電流指令などで表される。射出モータ4 6の速さが閾値V t h以下であって、射出モータ4 6の出力が閾値T t h以上である場合に、射出モータ4 6の状態が低速・高出力の状態であると判定される。これらの閾値V t h、T t hは、例えば電流回路の熱疲労破壊試験や熱応力解析などによって求める。

【0 0 7 4】

仮に、射出モータ4 6の状態が低速・高出力の状態ではないと確認された場合、大電流が三相のうちいずれか一相に集中し続ける恐れが無く、電流回路の熱疲労破壊がほとんど生じない。そのため、この場合、制御装置9 0は、ステップS 1 2以降の処理を行わなくてもよく、 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ のバランスをチェックしなくてもよい。この場合、制御装置9 0は、通常通り、保圧工程の終了まで、実績値P aと設定値P r e fとの差に基づいて射出モータ4 6に電流を供給してもよい。一方、射出モータ4 6の状態が低速・高出力の状態であると確認された場合、制御装置9 0はステップS 1 2に進む。

【0 0 7 5】

ステップS 1 2では、制御装置9 0は、 $|I_u|$ がI t h以下であるか否かをチェックする。I t hは閾値であって、 $|I_u|$ がI t h以下であれば、残りの $|I_v|$ と $|I_w|$ とが略同じになるように設定される。

【0 0 7 6】

U相の電気角、V相の電気角およびW相の電気角は、1 2 0 °ずつ、ずれている。そのため、いずれか一相の電流瞬時値の大きさがゼロに近くなるほど、残りの二相の電流瞬時値の大きさが同じ値に近づく。

【0 0 7 7】

$|I_u|$ がI t hを超える場合（ステップS 1 2、N o）、電流がV相とW相とには分散されておらず、大電流が三相のうちいずれか一相に集中し続ける恐れがあるので、制御装置9 0はステップS 1 3に進む。ステップS 1 3では、制御装置9 0は、 $|I_v|$ がI t h以下であるか否かをチェックする。 $|I_v|$ がI t hを超える場合（ステップS 1 3、N o）、電流がW相とU相とには分散されておらず、大電流が三相のうちいずれか一相に集中し続ける恐れがあるので、制御装置9 0はステップS 1 4に進む。ステップS 1 4では、制御装置9 0は、 $|I_w|$ がI t h以下であるか否かをチェックする。 $|I_w|$ がI t hを超える場合（ステップS 1 4、N o）、電流がU相とV相とには分散されておらず、大電流が三相のうちいずれか一相に集中し続ける恐れがあるので、制御装置9 0はステップS 1 5に進む。

【0 0 7 8】

ステップS 1 5では、制御装置9 0は、 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ のいずれかがI t h以下となるように、射出モータ4 6の各相の電気角を回転させる。これにより、残りの二相に電流を分散できる。

【0 0 7 9】

射出モータ4 6の各相の電気角は、電流指令などから求められる。射出モータ4 6の各相の電気角が6 0 °回転する間に、 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ のいずれかがI t h以下になる。尚、制御装置9 0は、射出モータ4 6の各相の電気角を6 0 °以上回転させてもよい。

【0 0 8 0】

射出モータ4 6の各相の電気角の回転量は、実績値P aと設定値P r e fとの差が許容範囲内に収まる程度に設定される。射出モータ4 6の極対数は通常2以上であるので、機械角の回転量は電気角の回転量の半分以下である。電気角の回転量に比べて機械角の回転量は僅かであるので、電気角の回転によるスクリュ4 3の位置変動は僅かである。よって、実績値P aの変動は僅かであり、実績値P aと設定値P r e fとの差を許容範囲内に収めることが可能である。

【0081】

図5は、射出モータの速度および電流、ならびに成形材料の圧力の時間変化の一例を示す図である。図5では、時刻 t_1 において、射出モータ46の状態が低速・高出力の状態となっており、 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ のいずれも I_{th} よりも大きく、大電流がV相に集中している。

【0082】

そこで、制御装置90は、図5に示すように、時刻 t_1 から時刻 t_2 にかけて各相の電気角を回転し、 $|I_w|$ を I_{th} 以下にする。これにより、電流がV相とU相とに分散されるので、大電流がV相に集中し続けることを回避できる。

【0083】

図5では、時刻 t_1 から時刻 t_2 にかけて、射出モータ46の駆動力を小さくする方向に、つまり、スクリュ43を後退させる方向に、射出モータ46の各相の電気角を回転させる。時刻 t_2 における $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ の最大値が、時刻 t_1 における $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ の最大値よりも小さくなる。

【0084】

図6は、射出モータの速度および電流、ならびに成形材料の圧力の時間変化の別の一例を示す図である。図6では、時刻 t_1 において、射出モータ46の状態が低速・高出力の状態となっており、 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ のいずれも I_{th} よりも大きく、大電流がV相に集中している。

【0085】

そこで、制御装置90は、図6に示すように、時刻 t_1 から時刻 t_2 にかけて射出モータ46の各相の電気角を回転させ、 $|I_u|$ を I_{th} 以下にする。これにより、電流がV相とW相とに分散されるので、大電流がV相に集中し続けることを回避できる。

【0086】

図6では、時刻 t_1 から時刻 t_2 にかけて、射出モータ46の駆動力を大きくする方向に、つまり、スクリュ43を前進させる方向に、射出モータ46の各相の電気角を回転させる。時刻 t_2 における $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ の最大値が、時刻 t_1 における $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ の最大値よりも小さくなる。

【0087】

ステップS15の後、制御装置90は、保圧工程の終了まで、射出モータ46の各相の電気角を固定させて、スクリュ43の位置を保持し続けてもよいが、図4では、ステップS11に戻り、ステップS11以降の処理を続行する。ステップS11に戻ることによって、ステップS15の後に、実績値 P_a と設定値 P_{ref} との差が許容範囲内であるか否かを確認できる。

【0088】

一方、 $|I_u|$ が I_{th} 以下である場合（ステップS12、Yes）、 $|I_v|$ が I_{th} 以下である場合（ステップS13、Yes）、または $|I_w|$ が I_{th} 以下である場合（ステップS14、Yes）、いずれか二相に電流が分散されている。そのため、電流回路の熱疲労破壊を抑制できるので、制御装置90はステップS16に進む。

【0089】

ステップS16では、制御装置90は、射出モータ46の各相の電気角を固定させて、スクリュ43の位置を保持する。このとき、制御装置90は、制御量として、成形材料の圧力の代わりに、スクリュ43の位置を用いてよい。つまり、制御装置90は、圧力制御の代わりに、位置制御を行ってよい。

【0090】

ステップS16の後、制御装置90は、保圧工程の終了まで射出モータ46の各相の電気角を固定させてもよいが、図4では、ステップS17に進む。ステップS17以降の処理は、時間の経過による実績値 P_a の変動に対処するためのものである。実績値 P_a の変動は、例えば、金型装置30内の成形材料が徐々に固化することなどで生じる。温度変化による成形材料の体積変化が大きい場合や、成形品の品質が実績値 P_a に依存しやすい場

10

20

30

40

50

合に有効である。

【0091】

ステップS17では、制御装置90は、 $|Pref - Pa|$ が Pth よりも大きいかなかをチェックする。ステップS17で用いられる閾値 Pth と、ステップS11で用いられる閾値 Pth とは、図4では同じ値であるが、異なる値でもよい。

【0092】

$|Pref - Pa|$ が Pth よりも大きい場合（ステップS17、Yes）、成形材料の圧力変動が大きいので、制御装置90はステップS18に進む。ステップS18では、制御装置90は、射出モータ46の各相の電気角の固定を解除してよく、位置制御を解除してよい。制御装置90は、位置制御の代わりに圧力制御を行う。具体的には、制御装置90は、実績値 Pa と設定値 $Pref$ との差がゼロになるように射出モータ46に電流を供給する。その後、制御装置90は、ステップS11に戻り、ステップS11以降の処理を続行する。

10

【0093】

一方、 $|Pref - Pa|$ が Pth 以下である場合（ステップS17、No）、成形材料の圧力が許容範囲内に維持されているので、制御装置90はステップS19に進む。ステップS19では、制御装置90は、保圧工程の終了条件が成立したかなかをチェックする。保圧工程の終了条件は、例えば V/P 切替からの経過時間が所定時間に達したことである。

【0094】

保圧工程を続行する場合（ステップS19、No）、制御装置90は、ステップS16に戻り、ステップS16以降の処理を続行する。

20

【0095】

一方、保圧工程を終了する場合（ステップS19、Yes）、制御装置90は今回の処理を終了する。

【0096】

尚、本実施形態では、設定値 $Pref$ は、保圧工程の開始から終了まで一定であるが、保圧工程の開始からの経過時間に応じて切り替えられてもよい。設定値 $Pref$ が切り替えられると、制御装置90はステップS11に戻り、ステップS11以降の処理を行う。

【0097】

以上説明したように、制御装置90は、保圧工程において、実績値 Pa と設定値 $Pref$ との差、および射出モータ46の各相における電流瞬時値の大きさ $|Iu|$ 、 $|Iv|$ 、 $|Iw|$ のバランスに基づいて、射出モータ46に電流を供給する。これにより、大電流が三相のうちいずれか一相に集中し続けるのを回避できる。

30

【0098】

制御装置90は、実績値 Pa と設定値 $Pref$ との差が許容範囲内であって、且つ、いずれか一相の電流瞬時値の大きさが閾値 Ith 以下となるように、射出モータ46に電流を供給してよい。これにより、残りの二相に電流を分散できる。

【0099】

制御装置90は、実績値 Pa と設定値 $Pref$ との差が許容範囲内である場合に、いずれか一相の電流瞬時値の大きさが閾値 Ith 以下であるかなかの判断を行う。いずれか一相の電流瞬時値の大きさが閾値 Ith 以下であれば、残りの二相に電流が分散していると判断できる。

40

【0100】

尚、制御装置90は、いずれか二相に電流が分散していることを直接的に確認するため、いずれか一相の電流瞬時値の大きさと、残りのいずれか一相の電流瞬時値の大きさとが閾値以下であるかなかの判断を行ってもよい。例えば、ステップS12において、 $|Iu|$ が Ith 以下であるかなかの判断の代わりに、 $|Iv|$ と $|Iw|$ の差が閾値以下であるかなかの判断がなされてもよい。また、ステップS13において、 $|Iv|$ が Ith 以下であるかなかの判断の代わりに、 $|Iw|$ と $|Iu|$ の差が閾値以下であるかなかの判

50

断がなされてもよい。さらに、ステップS14において、 $|I_w|$ が I_{th} 以下であるか否かの判断の代わりに、 $|I_u|$ と $|I_v|$ の差が閾値以下であるか否かの判断がなされてもよい。この変形例の判断はいずれか二相に電流が分散していることを直接的に確認できるのに対し、図4に示す判断は簡易的に行うことができる。

【0101】

制御装置90は、実績値 P_a と設定値 P_{ref} との差が許容範囲内である場合に、各相の電流瞬時値の大きさ $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ がいずれも閾値 I_{th} を超えると判断すると、射出モータ46の各相の電気角を回転させる。射出モータ46の各相の電気角の回転量は、 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ のいずれかが I_{th} 以下となるように設定される。これにより、残りの二相に電流を分散できる。

10

【0102】

射出モータ46の各相の電気角は、電流指令などから求められる。射出モータ46の各相の電気角が 60° 回転する間に、 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ のいずれかが I_{th} 以下になる。尚、制御装置90は、射出モータ46の各相の電気角を 60° 以上回転させてもよい。

【0103】

射出モータ46の各相の電気角の回転量は、実績値 P_a と設定値 P_{ref} との差が許容範囲内に収まる程度に設定されてよい。尚、射出モータ46の各相の電気角の回転量は、実績値 P_a と設定値 P_{ref} との差が許容範囲外となるように設定されてもよい。この場合、各相の電気角の回転後に、各相の電気角が元に戻らないように、制御装置90は下記(1)～(3)の制御を行う。

20

【0104】

(1) 制御装置90は、制御量として、成形材料の圧力の代わりに、スクリュ43の位置を用いる。つまり、制御装置90は、圧力制御の代わりに、位置制御を行う。具体的には、制御装置90は、スクリュ43の位置を保持する。従って、射出モータ46の各相の電気角が、回転後の電気角に固定される。

【0105】

(2) 制御装置90は、制御量として、成形材料の圧力を用い続けてもよく、実績値 P_a と設定値 P_{ref} との差に基づいて作成した電流指令を、各相の電気角が回転後の電気角に固定されるように補正してもよい。

30

【0106】

(3) 制御装置90は、制御量として、成形材料の圧力を用い続けてもよく、実績値 P_a と設定値 P_{ref} との差の許容範囲を広く変更し、変更後の許容範囲内に差を収めることで、各相の電気角を回転後の電気角に固定させてもよい。但し、変更後の許容範囲内に差が収まらない場合には、変更後の許容範囲内に差が収まるように、制御装置90は各相の電気角を再び回転させてよい。

【0107】

上記(1)～(3)の制御は、ステップS15の後に電気角が固定される場合やステップS16において電気角が固定される場合にも適用可能である。上記(3)の制御がステップS16において行われる場合、ステップS17の閾値 P_{th} はステップS11の閾値 P_{th} よりも大きく設定されてよい。

40

【0108】

本明細書において、「電気角が固定される」とは、電気角が全く変動せずに完全に固定される場合だけではなく、電気角が誤差の範囲内で僅かに変動する場合をも含む。

【0109】

射出モータ46の各相の電気角を回転させる方向は、射出モータ46の駆動力を小さくする方向、つまり、スクリュ43を後退させる方向でもよいし、射出モータ46の駆動力を大きくする方向、つまり、スクリュ43を前進させる方向でもよい。射出モータ46の各相の電気角を回転させることで、 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ の最大値が小さくなればよい。

50

【0110】

射出モータ46の各相の電気角を回転させる方向は、 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ のいずれかが最初に I_{th} 以下となるまでの電気角の回転量が小さい方向でもよい。電気角の回転量が最小で済むので、実績値 P_a の変動が最小で済む。

【0111】

射出モータ46の各相の電気角を回転させる制御としては、例えば下記(1)～(3)の制御が挙げられる。

【0112】

(1) 制御装置90は、制御量として、成形材料の圧力の代わりに、スクリュ43の位置を用いる。つまり、制御装置90は、圧力制御の代わりに、位置制御を行う。具体的には、制御装置90は、スクリュ43の位置を補正して、射出モータ46の各相の電気角を回転させる。

10

【0113】

尚、位置制御の制御量としては、スクリュ43の位置の代わりに、射出モータ46の電気角や機械角が用いられてもよい。

【0114】

(2) 制御装置90は、制御量として、成形材料の圧力の代わりに、スクリュ43の速度を用いる。つまり、制御装置90は、圧力制御の代わりに、速度制御を行う。具体的には、制御装置90は、スクリュ43の速度を補正して、スクリュ43の位置を補正し、射出モータ46の各相の電気角を回転させる。

20

【0115】

(3) 制御装置90は、制御量として、成形材料の圧力を用い続けてもよく、実績値 P_a と設定値 P_{ref} との差に基づいて作成した電流指令を、各相の電気角が回転するように補正する。

【0116】

一方、制御装置90は、実績値 P_a と設定値 P_{ref} との差が許容範囲内である場合に、射出モータ46のいずれか一相の電流瞬時値の大きさが閾値 I_{th} 以下であると判断すると、射出モータ46の各相の電気角を固定してよい。いずれか一相の電流瞬時値の大きさが I_{th} 以下であれば、既に残りの二相に電流が分散している。

【0117】

30

制御装置90は、射出モータ46の各相の電気角を固定している場合に、実績値 P_a と設定値 P_{ref} との差が許容範囲内であるか否かを判断する。これにより、時間の経過による実績値 P_a の変動に対処できる。実績値 P_a の変動は、例えば、金型装置30内の成形材料が徐々に固化することなどで生じる。温度変化による成形材料の体積変化が大きい場合や、成形品の品質が実績値 P_a に依存しやすい場合に有効である。

【0118】

尚、制御装置90は、図4に示すように、実績値 P_a と設定値 P_{ref} との差が許容範囲内である場合(ステップS11、Yes)、射出モータ46のいずれか一相の電流瞬時値の大きさが閾値 I_{th} 以下であるか否かの判断(ステップS12～S14)を行うが、本発明はこれに限定されない。

40

【0119】

三相の電流瞬時値 I_u 、 I_v 、 I_w のうち、最大値を I_{max} 、中間値を I_{mid} 、最小値を I_{min} と表記すると、 I_{max} 、 I_{mid} 、 I_{min} の総和は、一般的にゼロである。つまり、 $I_{max} + I_{mid} + I_{min} = 0$ の式が成立する。

【0120】

そのため、(A) $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ がそれぞれ閾値 I_{th} 以下であるか否かを判断する代わりに、(B) 中間値 I_{mid} の大きさ $|I_{mid}|$ が閾値 I_{th} 以下であるか否かのみを判断してもよい。

【0121】

また、 $|I_{mid}| = |I_{max} + I_{min}|$ の式が成立するので、(C) $|I_{max}$

50

$|I_{min}|$ が閾値 I_{th} 以下であるかを判断してもよい。ここで、 $|I_{max} + I_{min}|$ は、 I_{max} と I_{min} の和の大きさを表す。

【0122】

上記 (A)、(B)、(C) の判断は実質的に同じ判断であり、いずれか1つの判断を行えば、他の3つの判断を行ったことになる。

【0123】

尚、 $|I_{mid}| = 0$ の式が成立する場合、 $|I_{max}| = |I_{min}|$ の式が成立する。そこで、 $|I_{max}|$ と $|I_{min}|$ との差の大きさが閾値以下であるか否かを判断してもよい。ここで、 $|I_{max}|$ は I_{max} の大きさを、 $|I_{min}|$ は I_{min} の大きさを表す。

10

【0124】

制御装置90は、実績値 P_a と設定値 P_{ref} との差が許容範囲内であって且つ射出モータ46のいずれか一相の電流瞬時値の大きさが閾値 I_{th} 以下となる、スクリュ43の位置を求めてよい。その位置は、過去の実績などに基づき予想することができる。射出成形機は同じ成形品を繰り返し製造すべく同じ動作を繰り返すので、過去の実績などに基づく予想が可能である。つまり、制御装置90は、学習機能を有してよい。この場合、制御装置90は、保圧工程の開始後、予め求めた位置にスクリュ43を移動させ、その位置でスクリュ43を位置保持してよい。

【0125】

また、制御装置90は、射出モータ46のいずれか一相の電流瞬時値の大きさが閾値 I_{th} 以下であるか否かの判断 (ステップ $S12 \sim S14$) の代わりに、別の判断を行ってもよい。例えば、制御装置90は、実績値 P_a と設定値 P_{ref} との差を許容範囲内に維持すると共に、 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ の最大値を小さくするように、各相の電気角を回転させることが可能か否かを判断してもよい。その判断は、例えば、電気角の回転量や回転方向と、実績値 P_a の変動量とを対応付けて記憶した過去のデータに基づいてなされる。制御装置90は、実績値 P_a と設定値 P_{ref} との差を許容範囲内に維持すると共に、 $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ の最大値を小さくすることが可能と判断すると、その電気角の回転を実行する。その電気角の回転は、射出モータ46のいずれか一相の電流瞬時値の大きさが閾値 I_{th} 以下であるか否かの判断結果に関係なく行われてもよい。

20

【0126】

また、制御装置90は、過去のショットの $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ のバランスに基づいて、今回のショットの $|I_u|$ 、 $|I_v|$ 、 $|I_w|$ のバランスを決めてもよい。1回のショットでは、型閉工程、型締工程、充填工程、保圧工程、冷却工程、型開工程などが行われる。ここで、過去のショットは、直近の1回のショットでもよいし、直近の複数回のショットでもよい。例えば、制御装置90は、各ショットの保圧工程において、実績値 P_a と設定値 P_{ref} との差を許容範囲内に維持すると共に、各ショットにおいて電流瞬時値の大きさが最小となる相を、U相、V相、W相の順番で変更してもよい。電流瞬時値の大きさが最大となる相が固定されないので、熱疲労破壊をさらに抑制できる。尚、順番は特に限定されず、例えばU相、W相、V相の順番でもよい。また、電流瞬時値の大きさが最小となる相の変更は、1ショット毎でも、複数ショット毎でもよい。尚、電流瞬時値の大きさが最小となる相は、三相のうちの二相の間で交互に選択されてもよい。また、電流瞬時値の大きさが最小となる相は、順番ではなく、ランダムに選択されてもよい。

30

40

【0127】

以上、射出成形機の実施形態等について説明したが、本発明は上記実施形態等に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形、改良が可能である。

【0128】

制御装置90は、三相交流モータ110の状態を低速・高出力の状態に保持する場合に、制御量の実績値と設定値との差、および三相交流モータ110の各相における電流瞬時値の大きさのバランスに基づいて、三相交流モータ110に電流を供給すればよい。三相

50

交流モータ１１０の種類、および三相交流モータ１１０によって駆動される可動部の種類は、特に限定されない。

【０１２９】

制御装置９０は、Ｖ／Ｐ切替の直前において、スクリュ４３を一時停止させるなど、スクリュ４３の速さを低下させる場合に、射出モータ４６の状態を低速・高出力の状態に保持する。そこで、制御装置９０は、Ｖ／Ｐ切替の直前においてスクリュ４３の速さを低下させる場合に、制御量の実績値と設定値との差、および射出モータ４６の各相における電流瞬時値の大きさのバランスに基づいて、射出モータ４６に電流を供給してもよい。この場合、可動部は例えばスクリュ４３であり、制御量はスクリュ４３の位置または速度である。尚、射出装置がプリプラ方式である場合、可動部はプランジャである。

10

【０１３０】

制御装置９０は、型締工程において、型締モータ２５の状態を低速・高出力の状態に保持する。そこで、制御装置９０は、型締工程において、制御量の実績値と設定値との差、型締モータ２５の各相における電流瞬時値の大きさのバランスに基づいて、型締モータ２５に電流を供給してもよい。この場合、可動部は例えばクロスヘッド２１であり、制御量はクロスヘッド２１の位置である。尚、可動部は可動プラテン１３でもよく、制御量は可動プラテン１３の位置でもよい。また、制御量は、型締力でもよい。

【０１３１】

ところで、型締装置１０は、図１や図２では型開閉方向が水平方向である横型であるが、型開閉方向が上下方向である縦型でもよい。縦型締装置は、下プラテン、上プラテン、トグルサポート、トグル機構、およびタイバーなどを有する。下プラテンと上プラテンのうち、いずれか一方が固定プラテン、残りの一方が可動プラテンとして用いられる。下プラテンには下金型が取り付けられ、上プラテンには上金型が取り付けられる。下金型と上金型とで金型装置が構成される。下金型は、ロータリーテーブルを介して下プラテンに取り付けられてもよい。トグルサポートは、下プラテンの下方に配設される。トグル機構は、トグルサポートと下プラテンとの間に配設される。タイバーは、鉛直方向に平行とされ、下プラテンを貫通し、上プラテンとトグルサポートとを連結する。

20

【０１３２】

上プラテンが可動プラテンであり下プラテンが固定プラテンである場合、型開工程は上プラテンを上昇させることで行われる。型開工程の終了後、トグル機構は畳んだ状態にあるため、トグル倍率が小さく、制御装置９０は、型閉工程の開始まで、型締モータの状態を低速・高出力の状態に保持する。そこで、制御装置９０は、型開工程の終了後、型閉工程の開始前に、制御量の実績値と設定値との差、および型締モータの各相における電流瞬時値の大きさのバランスに基づいて、型締モータに電流を供給してもよい。この場合、可動部は例えばクロスヘッド２１であり、制御量はクロスヘッド２１の位置である。尚、可動部は可動プラテンでもよく、制御量は可動プラテンの位置でもよい。

30

【０１３３】

制御装置９０は、ノズルタッチ時に、射出装置移動モータ６１の状態を低速・高出力の状態に保持する。そこで、制御装置９０は、ノズルタッチ時に、制御量の実績値と設定値との差、および射出装置移動モータ６１の各相における電流瞬時値の大きさのバランスに基づいて、射出装置移動モータ６１に電流を供給してもよい。この場合、可動部は例えば射出装置４０であり、制御量は射出装置４０の位置またはノズルタッチ力である。

40

【０１３４】

制御装置９０は、突き出し工程において、エジェクタモータ５１の状態を低速・高出力の状態に保持する場合がある。そのような場合としては、例えば、成形品が金型装置３０に密着し、その密着力がエジェクタロッド５３の前進を妨げる場合が挙げられる。そこで、制御装置９０は、突き出し工程において、制御量の実績値と設定値との差、およびエジェクタモータ５１の各相における電流瞬時値の大きさのバランスに基づいて、エジェクタモータ５１に電流を供給してもよい。この場合、可動部は例えばエジェクタロッド５３であり、制御量はエジェクタロッド５３の位置または速度である。

50

【0135】

エジェクタ装置50は、金型装置30内のキャビティ空間の成形材料を圧縮する圧縮装置を兼ねてもよい。この場合、エジェクタモータ51が圧縮装置の圧縮モータを兼ねる。尚、圧縮装置は、エジェクタ装置50とは別に設けられてもよい。

【0136】

圧縮装置は、金型装置30内に配設される圧縮コアを移動させる圧縮モータを有する。圧縮モータと圧縮コアとの間には、圧縮モータの回転運動を圧縮コアの直線運動に変換する運動変換部が設けられてよい。

【0137】

制御装置90は、金型装置30内のキャビティ空間の成形材料を圧縮する圧縮工程において、圧縮モータの状態を低速・高出力の状態に保持する。そこで、制御装置90は、圧縮工程において、制御量の実績値と設定値との差、および圧縮モータの各相における電流瞬時値の大きさのバランスに基づいて、圧縮モータに電流を供給してもよい。この場合、可動部は例えば圧縮コアであり、制御量は圧縮コアの位置または速度である。

10

【符号の説明】

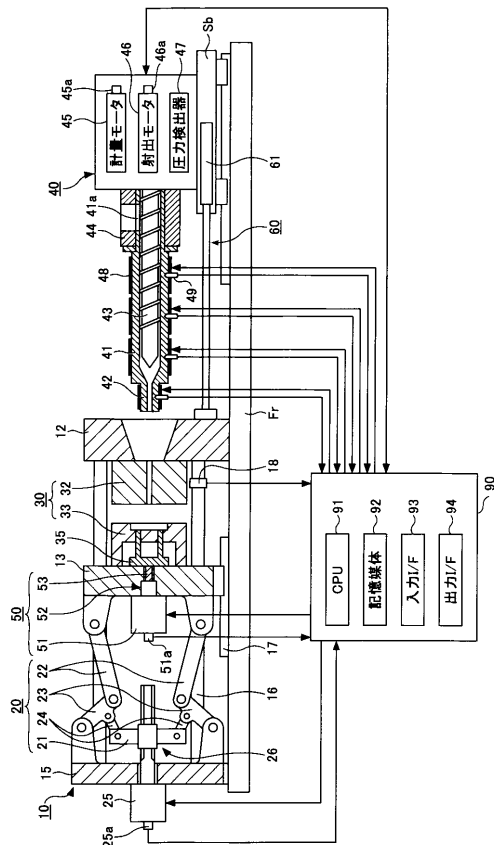
【0138】

- 10 型締装置
- 20 トグル機構
- 21 クロスヘッド
- 25 型締モータ
- 40 射出装置
- 43 スクリュー
- 46 射出モータ
- 50 エジェクタ装置
- 51 エジェクタモータ
- 53 エジェクタロッド
- 60 射出装置移動装置
- 61 射出装置移動モータ
- 90 制御装置
- 95 電力供給ユニット
- 99 信号生成部

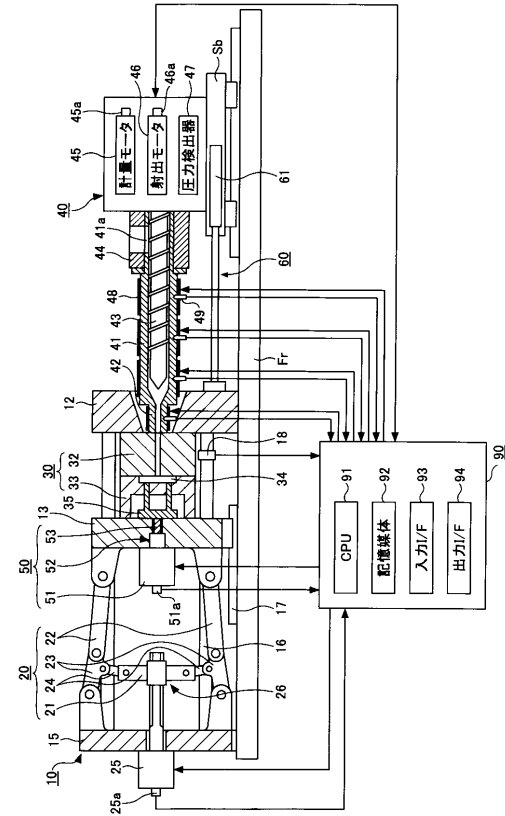
20

30

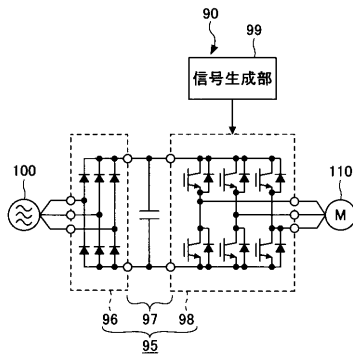
【図 1】



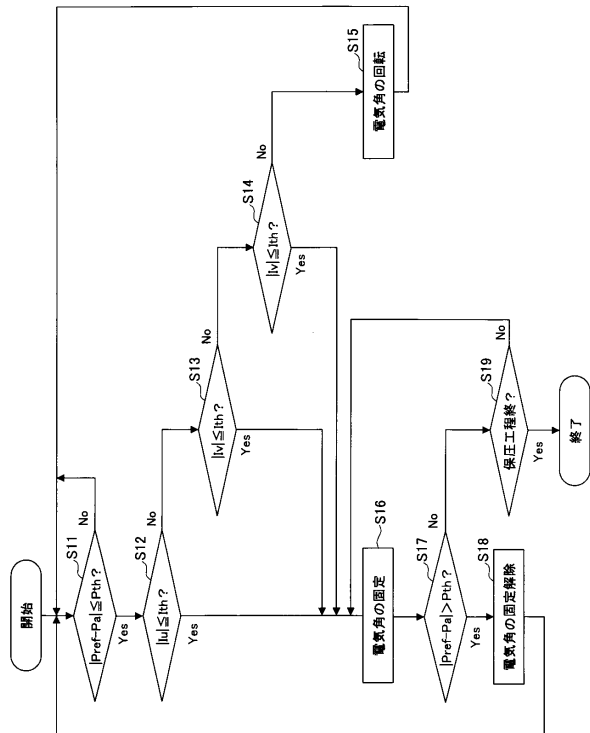
【図 2】



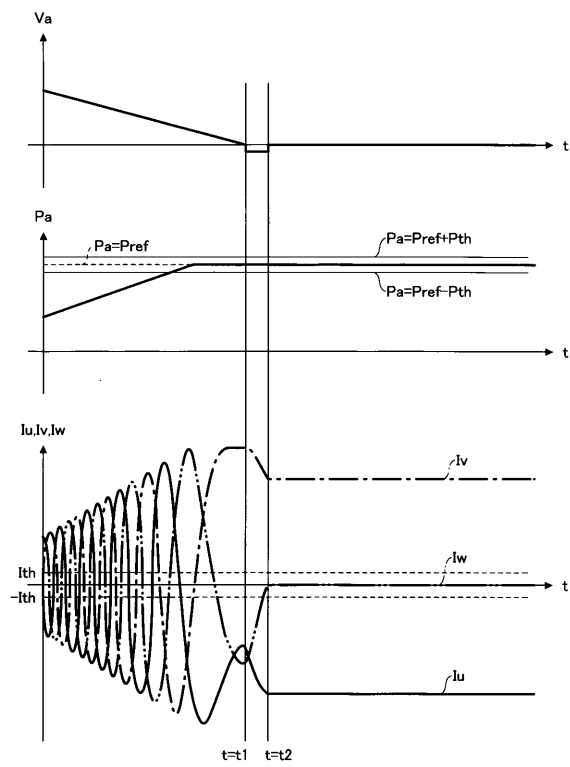
【図 3】



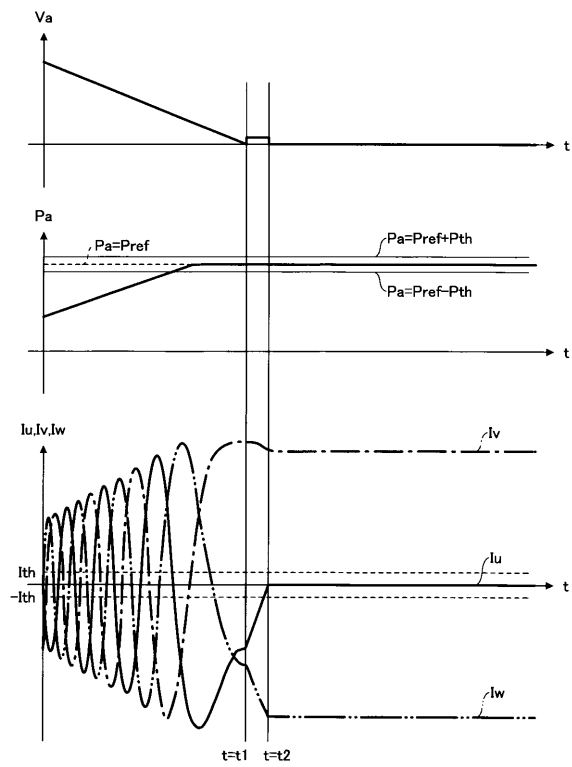
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2016-140979 (JP, A)
特開2015-134472 (JP, A)
特開平11-309763 (JP, A)
特開平10-066390 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B29C 45/00-45/84
H02P 25/00-25/32